



KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

#5  
4-10-02

Bureau voor de Industriële Eigendom



This is to declare that in the Netherlands on May 19, 1999 under No. 1012103,  
in the name of:

**DSM N.V.**

in Heerlen, the Netherlands

a patent application was filed for:

"Velvormig voortbrengsel van een thermohardbaar harsmengsel en koolstofvezels",  
("Sheet-shaped product consisting of a thermosetting resin mixture and carbon fibres")  
and that the documents attached hereto correspond with the originally filed documents.

Rijswijk, November 26, 2001.

In the name of the president of the Netherlands Industrial Property Office

N.A. Oudhof

U I T T R E K S E L

De uitvinding betreft door vloeipersen te verwerken velvormige voortbrengsels van koolstofvezels en een radicalair uithardbare hars als matrix, waarbij de vezels aanwezig zijn in de vorm van matten van vezels langer dan 1 cm en het volumepercentage van de vezels t.o.v. de hars minder dan 70% bedraagt, en de vezels in de mat ten opzichte van elkaar vrij bewegen tijdens vloeipersen onder verkrijging van een netto-eindproduct met een homogene vezelverdeling. De uitvinding betreft tevens een werkwijze voor het bereiden van velvormige voortbrengsels door impregneren van koolstofvezelmatten met een radicalair uithardbare hars en indikking van die hars tot een gewenste dikte, alsmede een werkwijze voor de bereiding van vormdelen met een trekmodulus  $> 20$  GPa en een treksterkte  $> 200$  MPa.

VELVORMIG VOORTBRENGSEL VAN EEN THERMOHARDBAAR5 HARSMENGSEL EN KOOLSTOFVEZELS

De uitvinding heeft betrekking op een door  
vloei persen te verwerken velvormig voortbrengsel  
10 (hierna ook wel "sheet moulding compound" (of "SMC")  
genoemd) omvattende koolstofvezels en een  
thermohardbaar harasmengsel op basis van een radicalair  
uithardbare hars als matrix. De uitvinding heeft  
eveneens betrekking op een werkwijze voor de  
15 vervaardiging van een dergelijk velvormig  
voortbrengsel, alsmede op werkwijzen ter vervaardiging  
van netto-eindproducten uit een dergelijk velvormig  
voortbrengsel.

Als bedoeld in deze aanvraag worden onder  
20 radicalair uithardbare hars verstaan alle harsen die  
een onverzadiging bevatten.

Door vloei persen te verwerken velvormige  
voortbrengsels die koolstofvezels en een thermohardbaar  
harasmengsel op basis van radicalair uithardbare hars  
25 als matrix bevatten zijn bekend. Een dergelijke SMC is  
onder andere beschreven in CA-A-2199638. Deze  
referentie heeft evenwel uitsluitend betrekking op de  
bereiding van SMC's die gevuld zijn met door versnijden  
(d.w.z. via "chopped-strand"-technologie) verkregen  
30 vezelvormig materiaal. In de praktijk zijn tot nu toe  
evenwel nooit zulke SMC's op de markt gebracht die  
koolstofvezels bevatten, omdat dergelijke compounds

- 2 -

niet via de normale compoundeerlijnen voor glasgevulde SMC's te produceren zijn. De belangrijkste reden daarvoor is dat de koolstofvezels na versnijden geen geschikt spreidingsgedrag vertonen, waardoor de

5 compounds een inhomogene vezelverdeling bevatten en een niet optimale vloeï vertonen. Daarnaast ontstaat er bij het versnijden van koolstofvezels een ongewenste hoeveelheid geleidend stof met alle problemen vandien. In genoemde referentie worden weliswaar velvormige

10 voortbrengsels beschreven van een thermohardbaar harasmengsel op basis van een radicalair uithardbare hars, en vezelvormig materiaal, waarbij ook koolstofvezels worden opgesomd, doch er zijn geen aanwijzingen dat er daadwerkelijk velvormige

15 voortbrengsels met koolstofvezels zijn gemaakt.

De onderhavige uitvinding stelt zich ten doel een velvormig voortbrengsel, omvattende een thermohardbaar harasmengsel op basis van een radicalair uithardbare hars en koolstofvezels te verschaffen, dat

20 bovengenoemde nadelen niet bezit.

Verrassenderwijs wordt een door vloeipersen te verwerken velvormig voortbrengsel omvattende koolstofvezels en een thermohardbaar harasmengsel op basis van een radicalair uithardbare hars als matrix,

25 verkregen wanneer de koolstofvezels aanwezig zijn in de vorm van matten die in hoofdzaak bestaan uit koolstofvezels met een lengte groter dan 1 cm en waarbij het volumepercentage van de koolstofvezels t.o.v. de hars kleiner is dan 70% en de vezels in de

30 mat ten opzichte van elkaar vrij bewegen wanneer het

- 3 -

velvormig voortbrengsel in een matrijs onder een persdruk wordt gebracht, zodanig dat, bij die persdruk en het toegepaste inlegpercentage van de matrijs, een netto-eindproduct ontstaat met een homogene

5 vezelverdeling.

Het toepassen van vloei persen op velvormige voortbrengsels met matten van koolstofvezels met een lengte groter dan 1 cm in een matrix van radicalair uithardbare hars ligt niet voor de hand. Hoewel SMC-  
10 technologie in het algemeen reeds lang bekend is, en ook matten van koolstofvezels op zichzelf al lang bekend zijn, zijn er tot nu toe nooit SMC's op basis van koolstofmatten op de markt gebracht.

Voor SMC's op basis van aminoplasten,  
15 daarentegen, wordt toepassing van matten voordelig geacht omdat de compounds vóór de bewerking nog moeten worden gedroogd, hetgeen bijv. kan geschieden door de geïmpregneerde matten op een kettingbaan te leggen.

Overigens worden matten van (koolstof)-  
20 vezelvormig materiaal bevattende radicalair uithardbare hars wel toegepast bij zogenaamde hand-lay-up ("HLU") of resin transfer moulding ("RTM") technieken. Die technieken hebben evenwel het nadeel dat de benodigde cyclustijden relatief lang zijn en er daarmee slechts  
25 beperkte seriegroottes kunnen worden gemaakt. Het is een bijkomend voordeel van de onderhavige uitvinding, dat de SMC's volgens de uitvinding met cyclustijden verwerkt kunnen worden zoals die ook gebruikelijk zijn bij de verwerking van zogenaamde "chopped-strand" glas-  
30 SMC's.

- 4 -

Waar in deze aanvraag sprake is van "matten" worden daarmee bedoeld zowel isotrope als anisotrope matten.

Met een isotrope mat wordt een mat bedoeld  
5 waarin de richting van de vezels geen regelmaat vertoont, maar er sprake is van een random richtingsverdeling. De koolstofvezels in de isotrope matten hebben in het algemeen een lengte van minimaal 1 cm.

10 Met een anisotrope mat wordt een mat bedoeld waarbij de richting van de vezels een zekere ordening vertoont. De vezels in de anisotrope mat kunnen bijvoorbeeld gegroepeerd zijn in bundels die elkaar kruisen, bijvoorbeeld loodrecht. Ook  
15 unidirectionele (U.D.) matten behoren hiertoe. In het geval van unidirectionele koolstofvezel-versterking wordt toepassing van een gespreide koolstofvezelroving (resp. desgewenst van een aantal naast elkaar aangebrachte gespreide koolstofvezel-rovings) ook als  
20 "matten" in de zin van de uitvinding beschouwd. Een bijzonder geval van een U.D.-mat is een mat die is opgebouwd uit evenwijdige vezelbundels, desgewenst van onderling verschillende lengtes, welke bovendien al dan niet ten opzichte van elkaar in hun lengterichting  
25 verschoven zijn.

In het bijzonder worden bij anisotrope matten continue vezels toegepast. Met continue vezels wordt bedoeld, vezels in hoofdzaak met een lengte groter dan de grootste breedte van de mat. De maximale  
30 lengte van de vezels, in het bijzonder van de

- 5 -

koolstofvezels, wordt hierbij bepaald door de maximale afmetingen binnen de mat.

Het kan, naarmate de anisotrope mat in hoofdzaak uit continue vezels bestaat, van voordeel zijn een kleine hoeveelheid kortere vezels op te nemen, bijv. vezels korter dan 6 cm, bij voorkeur korter dan 4 cm, in het bijzonder korter dan 2 cm in het velvormig voortbrengsel op te nemen om een nog betere vezelverdeling op nokken, richels en randen te verkrijgen. Verrassenderwijze echter is gebleken, dat zelfs wanneer de vezels in hoofdzaak een lengte hebben groter dan de grootste breedte van de mat, en in het bijzonder zelfs wanneer nagenoeg 100% van de vezels een lengte heeft groter dan de grootste breedte van de mat, nog uitstekende 3-D eindproducten, voorzien van nokken, ribben, randen etc., kunnen worden verkregen.

Behalve de koolstofvezels kunnen zich in de matten ook nog andere vezelvormige materialen bevinden. Voorbeelden zijn matten die bestaan uit koolstofvezels en (desgewenst met metaal gecoate) glasvezels, uit koolstofvezels en aramidevezels, of uit koolstofvezels en staalvezels. Dit kunnen zowel isotrope als anisotrope combinaties van vezelmaterialen zijn. Een combinatie van isotrope en anisotrope versterking is ook mogelijk, bijv. chopped random glasvezels met continue UD-koolstofvezels. Combinaties van isotrope en anisotrope versterking kunnen ook worden gerealiseerd met één type vezelmateriaal, bijv. UD-koolstof met random koolstof in één mat.

- 6 -

Ook is het mogelijk dat de matrijzen gevuld worden door een stapeling van verschillende typen compounds in de matrijs, bijvoorbeeld door toepassing van een eerste SMC die bijv. UD-versterking bevat en  
5 een tweede SMC die bijv. random versterking bevat.

De vezels in de matten kunnen op verschillende manieren met elkaar verbonden worden teneinde de mat voldoende mechanische consistentie te geven. Dit kan bij voorbeeld gebeuren door de vezels  
10 via stikken met een draad aan elkaar te zetten. Deze draad kan bijv. een polyesterdraad of een glasdraad zijn. Het is ook mogelijk om een laagsmeltend polymeer als draad te gebruiken, zoals bijvoorbeeld PE of PP. Bij voorkeur wordt een draad toegepast die bij de  
15 verwerkings-temperatuur week wordt.

De vezels kunnen ook door het opbrengen van een zogeheten binder (dit is de Engelse term voor een bindmiddel) aan elkaar geplakt worden. Bij voorkeur worden binders toegepast die verweken bij de  
20 verwerkingstemperatuur of bij die temperatuur oplossen in het harsmengsel. De toegepaste hoeveelheid binder ligt doorgaans tussen 1 en 5 gew.% ten opzichte van de hoeveelheid vezel.

Het volumepercentage van het vezelvormig  
25 materiaal (dat is het totaal van de koolstofvezels en het eventuele andere vezelvormige materiaal) ten opzichte van de hars dient kleiner te zijn dan 70%. Dit maximum wordt evenwel alleen bereikt wanneer er sprake is van een unidirectionele vezelbelading. In het geval  
30 van biaxiale of multiaxiale versterking zal in het



- 7 -

algemeen een maximum volumepercentage van het  
vezelvormig materiaal van 45% mogelijk zijn. In het  
geval van random vezelversterking zal het maximum  
volumepercentage van het vezelvormig materiaal in het  
5 algemeen ongeveer 30% bedragen. Wanneer er binnen één  
mat sprake is van een combinatie van bovengenoemde  
verschillende beladingstypen kunnen de maximum  
volumepercentages afwijken van de eerder genoemde. De  
vakman kan op eenvoudige wijze vaststellen welk  
10 volumepercentage van het vezelvormig materiaal,  
afhankelijk van het gekozen vezelmateriaal en type van  
de koolstofmatten (d.w.z. het type versterking),  
alsmede van de gekozen hars, de beste resultaten  
oplevert.

15 Praktisch goed toe te passen vezelgehaltes  
zij 40-60 volumeprocenten bij U.D.-versterking, 25-40  
volumeprocenten bij multiaxiale versterking, en 20-30  
volumeprocenten bij random versterking. Een praktische  
ondergrens van het volumepercentage aan vezelvormig  
20 materiaal zal in alle gevallen ongeveer 10% zijn. In  
alle gevallen worden deze percentages berekend t.o.v.  
het totaal aan vezelvormig materiaal, hars, eventuele  
vulstoffen en andere additieven.

De hoeveelheid harsmengsel die toegepast  
25 wordt per m<sup>2</sup> vezelvormig materiaal is overigens  
eenvoudig aan te passen door met behulp van  
bijvoorbeeld walsen harsmengsel te verwijderen. Ook kan  
door aanpassing van de viscositeit van het harsmengsel  
meer of minder daarvan op de matten van het vezelvormig  
30 materiaal worden aangebracht. Zoals hierboven

- 8 -

beschreven kan ook het oppervlaktegewicht van het  
vezelvormig materiaal de hoeveelheid opgenomen  
harsmengsel bepalen.

Als thermohardbaar harsmengsel wordt in de  
5 uitvinding gebruik gemaakt van een radicalair  
uithardbare hars, d.w.z. van een hars die een  
onverzadiging bevat. Voorbeelden van dergelijke harsen  
zijn: onverzadigde polyesterharsen, vinylesterharsen en  
hybride-harsen, zoals bij voorbeeld polyester-  
10 poyurethaan-hybrides, bereid via condensatie van een  
polyesterpolyol met een di- of poly-isocyanaat gevolgd  
door radicalaire uitharding. Een geschikt voorbeeld van  
een dergelijke hybride-hars zijn de DARON™-  
hybrideharsen van DSM Resins. Geschikte voorbeelden van  
15 onverzadigde polyesterharsen, resp. vinylesterharsen  
zijn de SYNOLITE™- en ATLAC™ -harsen van DSM Resins.

De viscositeit van het thermohardbare  
harsmengsel kan, afhankelijk van gekozen hars, type  
matten enz., binnen redelijke grenzen variëren. De  
20 vakman kan - op relatief eenvoudige wijze een optimale  
combinatie vinden van de betreffende viscositeit, het  
type van de matten, het volumepercentage van het  
vezelvormig materiaal, enz.

Door volgens de uitvinding velvormige  
25 voortbrengsels te verschaffen die een radicalair  
uithardbare hars omvatten, alsmede een vezelvormig  
materiaal in de vorm van koolstofmatten te gebruiken  
volgens de uitvinding wordt een velvormig voortbrengsel  
verkregen dat uitermate geschikt is om te worden  
30 verwerkt door middel van vloeipersen.

- 9 -

Vloeipersen is een techniek waarbij velvormige voortbrengsels worden gestapeld en ingelegd in een matrijs, zodanig dat niet het volledige matrijsoppervlak bedekt is met de compound. Het bedekte  
5 deel wordt inlegpercentage genoemd. Vervolgens wordt de matrijs gesloten en de compound onder druk gebracht, zodanig dat de matrijs volledig gevuld wordt onder verkrijging van een vormdeel (netto-eindproduct) met een homogene vezelverdeling over het hele vormdeel.  
10 Hiertoe is het noodzakelijk dat ook bij gebruik van matten de vezels in de mat ten opzichte van elkaar vrij kunnen bewegen tijdens de persstap.

Bij voorkeur bestaat het vezelvormig materiaal in het velvormig voortbrengsel volledig uit  
15 koolstofvezels. Daarmee worden hoge mechanische eigenschappen bereikt bij een relatief laag gewicht. Bovendien kunnen daarmee eigenschappen worden bereikt die met andere vezelvormige materialen zoals bijv. glas niet kunnen worden gerealiseerd.

20 Bij voorkeur zijn de koolstofvezels in het velvormig voortbrengsel aanwezig in de vorm van een isotrope of anisotrope mat.

Het oppervlaktegewicht van het vezelvormig materiaal (koolstofvezels en eventueel ander aanwezig  
25 vezelvormig materiaal) kan binnen brede grenzen worden gekozen. Geschikte oppervlaktegewichten zijn bijvoorbeeld gelegen tussen 10 en 2000 g/m<sup>2</sup>.

Bij voorkeur wordt een oppervlakte-gewicht toegepast tussen 150 en 700 g/m<sup>2</sup>. Hierdoor wordt een  
30 optimale combinatie verkregen van impregneergedrag

- 10 -

tijdens de bereiding van het velvormig voortbrengsel en van de vloeieigenschappen daarvan tijdens het vloeipersen.

De radicalair uithardbare hars in het  
5 velvormig voortbrengsel volgens de uitvinding is met de meeste voorkeur een onverzadigde polyesterhars, een vinylesterhars of een hybride-hars. De voordelen van het voortbrengsel volgens de uitvinding komen dan bijzonder goed tot uiting. Bijzonder geschikte  
10 onverzadigde polyesterharsen, vinylesterharsen en hybride-harsen azijn hierboven reeds genoemd. Dergelijke harsen zijn commercieel verkrijgbaar.

Bij voorkeur heeft de radicalair uithardbare hars in het velvormig voortbrengsel door  
15 indikking een verhoogde viscositeit. Dit kan bij voorbeeld bewerkstelligd worden door reactie met een metaaloxide of een di-isocynaat (rijping, ook wel "maturation" genoemd, van de compound). De benodigde viscositeit bij het maken van vormdelen uit de  
20 velvormige voortbrengsels wordt vooral bepaald door het type vormdeel dat moet worden vervaardigd en door het gebruikte type van de mat. Dit is door de vakman eenvoudig vast te stellen.

Het velvormig voortbrengsel volgens de  
25 uitvinding kan eveneens allerlei vulstoffen bevatten. Deze vulstoffen zijn dezelfde als de gebruikelijke vulstoffen voor velvormige voortbrengsels op basis van bijvoorbeeld onverzadigde polyesterhars. Als vulstoffen worden bijvoorbeeld kalk, calciumcarbonaat, klei,  
30 koolstofdeeltjes, silica en/of metaaldeeltjes

- 11 -

toegepast. Voorts kan het velvormig voortbrengsel nog katalysatoren, lossingsmiddelen, kleurstoffen en andere gebruikelijke toeslagstoffen bevatten.

De uitvinding heeft ook betrekking op een  
5 werkwijze voor de vervaardiging van een velvormig voortbrengsel, waarbij vezelvormig materiaal (d.w.z. matten van koolstofvezels, en eventueel ander aanwezig vezelvormig materiaal), zoals hierboven beschreven wordt geïmpregneerd met een radicalair uithardbare  
10 hars, waarna indikking van de hars tot een gewenste viscositeit geschiedt.

De aldus verkregen, op het juiste niveau ingedikte, velvormige voortbrengsels kunnen zeer eenvoudig tot produkten worden verwerkt door middel van  
15 vloeipersen. De bij het vloeipersen toegepaste druk ligt doorgaans tussen 20 en  $200 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , bij voorkeur tussen 40 en  $110 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . De gebruikelijke perstemperatuur, die tevens zorgt voor de uitharding van de radicalair uithardbare hars, ligt tussen 80-  
20  $250^\circ\text{C}$ , bij voorkeur tussen  $110\text{-}190^\circ\text{C}$ .

De bij het vloeipersen verkregen producten (bijv. vormdelen) vertonen zeer goede mechanische eigenschappen als gevolg van de uitstekende vloeï van het voortbrengsel volgens de uitvinding tijdens het  
25 vloeipersen. Typische mechanische eigenschappen bij een totaal koolstofvezel-gehalte van 20-60 vol.%, bijv. bij een onverzadigde polyesterhars als matrix zijn in onderstaande tabel aangegeven voor  
(1) UD-versterking (zonder vulstof)  
30 (2) biaxiale versterking (met en zonder vulstof)

- 12 -

(3) random versterking (met en zonder vulstof).

Hierbij worden gemeten waardes aangegeven voor

- treksterkte (= tensile strength; gemeten volgens ISO 178) in MPa,
- 5 • trekmodulus (= tensile modulus; eveneens volgens ISO 178) in GPa.

Als vulstof is calciumcarbonaat toegepast

Tabel:

	vezel- /resp. vulstofgehalte [Vol.%]	treksterkte [MPa]	trekmodulus [GPa]
UD zonder vulstof	40-60 / 0	1100-1550	90-130
Biax. met vulstof	20-45 / 40	300- 700	25- 60
Biax. zonder vulstof	20-45 / 0	240- 650	20- 55
Random met vulstof	20-30 / 40	280- 400	25- 35
Random zonder vulstof	20-30 / 0	240- 350	20- 30

- 10 De velvormige voortbrengsels kunnen
- zodoende bijzonder goed worden toegepast bij de
- vervaardiging van grote vormdelen met bijvoorbeeld
- ribben en nokken zoals stoelschalen, behuizingen,
- armaturen, carrosserie-onderdelen voor vrachtwagens en
- 15 automobielen. De bijzonder goede mechanische
- eigenschappen bij een - vooral bij toepassing van
- koolstofvezels - laag gewicht van de vervaardigde

- 13 -

vormdelen, de temperatuursbestendigheid, de vormvastheid bij hoge temperatuur van het vormdeel, alsmede de uitstekende vermoeiingseigenschappen zijn dan van groot voordeel.

5 De uitvinding betreft eveneens een werkwijze voor het vervaardigen van vormdelen met een trekmodulus van  $> 20$  GPa, in het bijzonder van  $> 40$  GPa, en bij voorkeur  $> 70$  GPa, een treksterkte van  $> 200$  MPa, in het bijzonder van  $> 500$  Mpa, en bij  
10 voorkeur  $> 900$  MPa, door toepassing van vloeipersen van velvormige voortbrengsels zoals hierboven beschreven.

De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de hand van het volgende voorbeeld zonder daartoe beperkt te zijn.

15

Voorbeeld 1.

Een biaxiale koolstofvezelmat (40 cm breed, volledig bestaande uit continue vezels) met een oppervlaktegewicht van  $450 \text{ g/m}^2$  werd op een  
20 kleinschalige SMC-lijn geïmpregneerd met een hybride-hars, Daron™ XP-45 van DSM Resins, Nederland. De hars werd vervolgens gedurende 3 dagen ingedikkt met een diisocynaat. Er werd een velvormig voortbrengsel verkregen met een vezelgehalte van ongeveer 31 vol.%.  
25 Dit velvormig voortbrengsel werd verder met behulp van vloeipersen in een matrijs (inlegpercentage 70%) verwerkt tot een drie-dimensionaal voorwerp met nokken en ribben. Het persen geschiedde met behulp van een 360-tons pers (Diefenbacher) bij een persdruk van 100  
30 bar. Het velvormig voortbrengsel vertoonde een

- 14 -

uitstekend vloeigedrag en de matrijs vloeide volledig vol. Er werd een netto-eindproduct verkregen met de gewenste nokken en ribben. De vezelverdeling in het verkregen netto-eindproduct was homogeen. Ten behoeve  
5 van bepaling van de mechanische eigenschappen van het verkregen eindproduct werden uit vlakke onderdelen van dat product proefplaatjes gesneden. De trekmodulus en treksterkte van deze plaatjes, gemeten volgens ISO 178, bedroeg respectievelijk 42,7 GPa en 535 MPa.



- 15 -

C O N C L U S I E S

1. Door vloeipersen te verwerken velvormig voortbrengsel omvattende koolstofvezels en een thermohardbaar harsmengsel op basis van radicalair uithardbare hars als matrix, met het kenmerk dat de koolstofvezels aanwezig zijn in de vorm van matten die in hoofdzaak bestaan uit vezels met een lengte groter dan 1 cm en waarbij het volumepercentage van de koolstofvezels t.o.v. de hars kleiner is dan 70% en de koolstofvezels in de mat ten opzichte van elkaar vrij bewegen wanneer het velvormig voortbrengsel in een matrijs onder een persdruk wordt gebracht, zodanig dat, bij die persdruk en het toegepaste inlegpercentage van de matrijs, een netto-eindproduct ontstaat met een homogene vezelverdeling.
2. Velvormig voortbrengsel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vezelvormig materiaal volledig bestaat uit koolstofvezels.
3. Velvormig voortbrengsel volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de koolstofvezels in het velvormig voortbrengsel aanwezig zijn in de vorm van een isotrope of anisotrope mat.
4. Velvormig voortbrengsel volgens één der conclusies 1-3, met het kenmerk, dat het oppervlakte-gewicht van het vezelvormig materiaal gelegen is tussen 150 en 700 g/m<sup>2</sup>.

- 16 -

5. Velvormig voortbrengsel volgens één der conclusies 1-4, met het kenmerk, dat als radicalair uithardbare hars een onverzadigde polyesterhars, vinylesterhars of hybride-hars worden toegepast.
6. Velvormig voortbrengsel volgens één der conclusies 1-5, met het kenmerk, dat de radicalair uithardbare hars door indikking een verhoogde viscositeit heeft.
7. Werkwijze voor de vervaardiging van een velvormig voortbrengsel waarbij vezelvormig materiaal zoals beschreven in conclusies 1-6 wordt geïmpregneerd met een radicalair uithardbare hars, waarna indikking van de hars tot een gewenste viscositeit geschiedt.
8. Werkwijze voor het vervaardigen van vormdelen met een trekmodulus van  $> 20$  GPa, in het bijzonder van  $> 40$  GPa, en bij voorkeur  $> 70$  GPa, een treksterkte van  $> 200$  MPa, in het bijzonder van  $> 500$  MPa, en bij voorkeur  $> 900$  MPa, door toepassing van vloeipersen van velvormige voortbrengsels vervaardigd volgens conclusie 7.
9. Werkwijze, voortbrengsel en/of product zoals in hoofdzaak beschreven en toegelicht in de voorbeelden en de beschrijvingsinleiding.